



RASTREABILIDADE E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM CADEIAS PRODUTIVAS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA¹

Alexandre Rodizio Bento²
Gilson Paulillo³

Resumo

A indústria automotiva tem papel de destaque no mercado global, onde a concorrência no setor é intensa e caracteriza produtos com ciclos de vida cada vez menores. Neste cenário, a utilização da inovação tecnológica é primordial para reduzir custos, aumentar o lucro, diminuir ciclos de vida e, conseqüentemente, garantir a qualidade e a satisfação do cliente. A rastreabilidade é uma das ferramentas de suporte e inovação e é fortemente utilizada no setor automotivo. Esta permite que fornecedores consigam rastrear em tempo real seus produtos, aumentar a qualidade e diminuir o retrabalho. Além disso, nos casos de *recall*, o valor gasto para encontrar o lote defeituoso é diminuído, a segurança preservada e a satisfação do cliente mantida. Este trabalho discute os modelos e tipos de rastreabilidade usados no setor automotivo e o papel da inovação tecnológica como suporte a esses modelos. Apresenta-se um caso real aplicado no setor, onde a inovação apresentou ganhos de produtividade e qualidade. Neste, realiza-se uma análise da rastreabilidade de processos de manufatura mecânica e propõe-se uma alteração no processo de etiqueta pela tecnologia Data Matrix. Como resultado, verificou-se que esta tecnologia possibilitou melhorar fortemente a rastreabilidade do processo produtivo e mostrou-se muito superior em termos de produtividade, qualidade, tempo de marcação e custos se comparado ao de etiquetas.

Palavras-chave: Rastreabilidade; Indústria automotiva; Data Matrix.

TREACEABILITY AND TECHNOLOGIC INNOVATION IN PRODUCTIVE CHAIN IN THE MANUFACTURING AUTOMOBILE INDUSTRY

Abstract

The automotive industry has a prominence paper in the global market, where the competition in the sector is growing and it is characterized by shorter life cycles products. In this scenery, the use of the innovation technology is primordial factor to reduce cost, to increase margins, to reduce life cycles products and to guarantee client's satisfaction. The traceability is a support and innovation tool and it is largely used in the automotive sector. It allows suppliers to trace their products in real time, to increase the quality and to reduce the rework. Besides, in case of recall, the amount spent in finding the defective lot is reduced, the security preserved and the satisfaction of the client's maintained. This wok discusses the types and forms of traceability used in the automotive sector and the role of technologic innovation as support to these models. The application of a real case is shown in the sector where the innovation displayed increase of productivity and quality. In this work we analyze the traceability of mechanic manufacturing process called label and we propose a changing for the datamatrix technology. As a result, we verified the improving of traceability of the productive process and the process used showed being better in relation of productivity, quality, demarcation time and costs if compared to the labels.

Key words: Traceability; Automotive industry; DataMatrix.

¹ Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Mestre, WHB Componentes Automotivo S.A.

³ Doutor, GP Consult Consultoria em Tecnologia e Sistemas de Energia Ltda.



1 INTRODUÇÃO

A indústria automotiva ocupa um papel de destaque na economia mundial devido à lucratividade e competitividade do setor, que busca inovações tecnológicas a fim de reduzir custos e garantir a qualidade de suas peças.⁽¹⁾ Neste cenário, os sistemas de rastreabilidade são aplicados para assegurar, controlar, identificar e monitorar a produção e com isso, proporcionar vantagens competitivas a quem os utiliza.⁽²⁾

Os sistemas de rastreabilidade estão totalmente alinhados aos programas de qualidade total. Eles são extremamente importantes no atendimento das normas de qualidade, como a ISO/TS 16949 (principal norma de qualidade do setor automotivo), por proporcionarem a inspeção total da produção. Estas inspeções reduzem os custos de fabricação e agregam valor ao produto final, pois garantem que somente produtos de alta qualidade saiam das linhas de produção. Além disso, são ainda um dos principais requisitos das normas de qualidade específicas, aplicadas pela maioria dos fabricantes.⁽³⁾

Segundo Kloster,⁽⁴⁾ a rastreabilidade representa maior segurança aos clientes, pois a identificação da peça pelo código de rastreabilidade é única e garante que a mesma passou por controles rigorosos antes de chegar a sua mão.⁽⁵⁾ O desperdício de tempo e de matéria-prima também são reduzidos e há diminuição do retrabalho com peças defeituosas, reduzindo os custos de produção e de logística e aumentando, conseqüentemente, as margens de lucro para os fabricantes.⁽⁶⁻⁸⁾

Para Mello,⁽⁹⁾ a rastreabilidade fornece informações sobre o ciclo de vida do produto, pois pode agregar um grande volume de informações sobre as especificações da peça, suas medidas e conformidade com as normas de qualidade e o lote de fabricação, entre outros, sendo que estas informações são colhidas e armazenadas no código durante o processo produtivo.⁽¹⁰⁾ Com isso, pode-se emitir um aviso ao proprietário do veículo sobre problemas com um determinado lote (*recall*).⁽¹¹⁾

Durante o processo produtivo, a rastreabilidade permite monitorar o andamento da produção, através da leitura do código em vários pontos da linha e também ao final do processo, fornecendo um mapa completo de um veículo e das peças que foram montadas no mesmo.⁽¹²⁾

Além disso, com a expansão do comércio global, os produtos passam a ser vendidos em todos os lugares do mundo e, por esse motivo, precisam de uma identificação mais detalhada de sua origem e especificações. Uma alternativa que se destaca entre as tecnologias para este tipo de identificação é o código Data Matrix (DM), que proporciona marcação rápida e definitiva nas peças, com impressão em espaço reduzido e com uma quantidade razoavelmente grande de informações. Devido à alta tecnologia agregada, a utilização de banco de dados para armazenar suas informações e da internet para ter acesso dessas informações de qualquer lugar, o DM tem despontado como um dos melhores modelos para processos modernos de rastreabilidade.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar e avaliar os modelos de sistemas de rastreabilidade convencionais, que são baseados em banco de dados com alimentação direta. Após esta apresentação, modificar um sistema

convencional agregando inovação tecnológica, gerar um novo modelo e comparar os resultados de saídas do sistema proposto e convencional, em termos de produtividade, qualidade e custos. Pretende-se demonstrar a aplicabilidade, a melhoria nos requisitos de agilidade de produção, a facilidade de aplicação e a melhor relação custo x benefício do sistema proposto em relação ao sistema convencional.

3 MÉTODO E MATERIAIS

Para comprovar a eficiência do sistema de rastreabilidade baseados em DM, foi desenvolvido um teste comparativo utilizando um modelo de rastreabilidade convencional com etiquetas de código de barras e um modelo baseado na aplicação da tecnologia DM. Os dois modelos são apresentados e a comparação permite concluir que o modelo baseado em DM é superior em qualidade, agilidade de produção, custo e aplicabilidade.

As medidas utilizadas para comparar os sistemas de rastreabilidade convencional e proposto foram os seguintes:

- quantidade de peças produzidas x hora;
- tempo médio para aplicação do código;
- qualidade da gravação do código;
- retrabalho devido a problemas no sistema de rastreabilidade;
- custos de implantação e manutenção do sistema; e
- custos totais do processo de marcação e leitura, por peça.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma boa comparação entre o sistema de rastreabilidade convencional e a metodologia proposta neste trabalho é necessário resgatar os fluxogramas destes processos. Ambos estão representados na Figura 1 onde se pode observar que a principal modificação está no processo de emissão de etiquetas. Vale lembrar que no sistema proposto este processo foi excluído por não ser mais necessário, sendo substituído pela tecnologia DM.

A Figura 1 faz uma comparação entre o fluxograma do sistema convencional (a) e proposto (b), sendo possível observar várias melhorias com a substituição do sistema por DM. A primeira contribuição é a substituição da etiqueta impressa, pelo código gravado diretamente sob a peça que, além de proporcionar maior agilidade no processo ainda carrega em si as informações das características medidas da peça.

A durabilidade e resistência do código gravado na peça via DM, são diferenciais proporcionados pela tecnologia, pois ao se comparar com a etiqueta convencional observa-se um ganho significativo. Na etiqueta essa durabilidade pode ser rapidamente comprometida por agentes externos, como poeira e produtos químicos presentes no processo de fabricação (lavagem da peça) enquanto que no DM, pela natureza de gravação física, que é feita diretamente na peça, esta durabilidade é por toda a vida da mesma. Pode-se, ainda, aferir ganho no espaço necessário para gravação do código, que no DM pode iniciar a partir de 10 x 10 milímetros e na etiqueta é de no mínimo 100 x 200 milímetros.

Para a criação do sistema proposto(b), foi efetuada a exclusão do processo de geração de etiqueta e alterado o processo de gravação do código representado na Figura 1 pelos fluxos de cor vermelha.

Além da comparação direta entre os fluxos será demonstrada a aplicabilidade, a melhoria nos requisitos de agilidade de produção, a facilidade de aplicação e a melhoria na relação custo x benefício do sistema proposto (b) em relação ao sistema convencional (a) através de medições obtidas após testes reais realizados com a gravação de etiqueta e com a aplicação do DM.

Para a comparação entre os dois sistemas citada acima, foi considerado o exercício de 2008 e foram utilizados os resultados reais obtidos no sistema convencional e alguns resultados reais obtidos de uma amostra, feita com o sistema de DM, somados a uma projeção com estes mesmos dados no sistema proposto, visto que ainda não há implementação física em larga escala que possibilite obter dados reais para o sistema proposto.

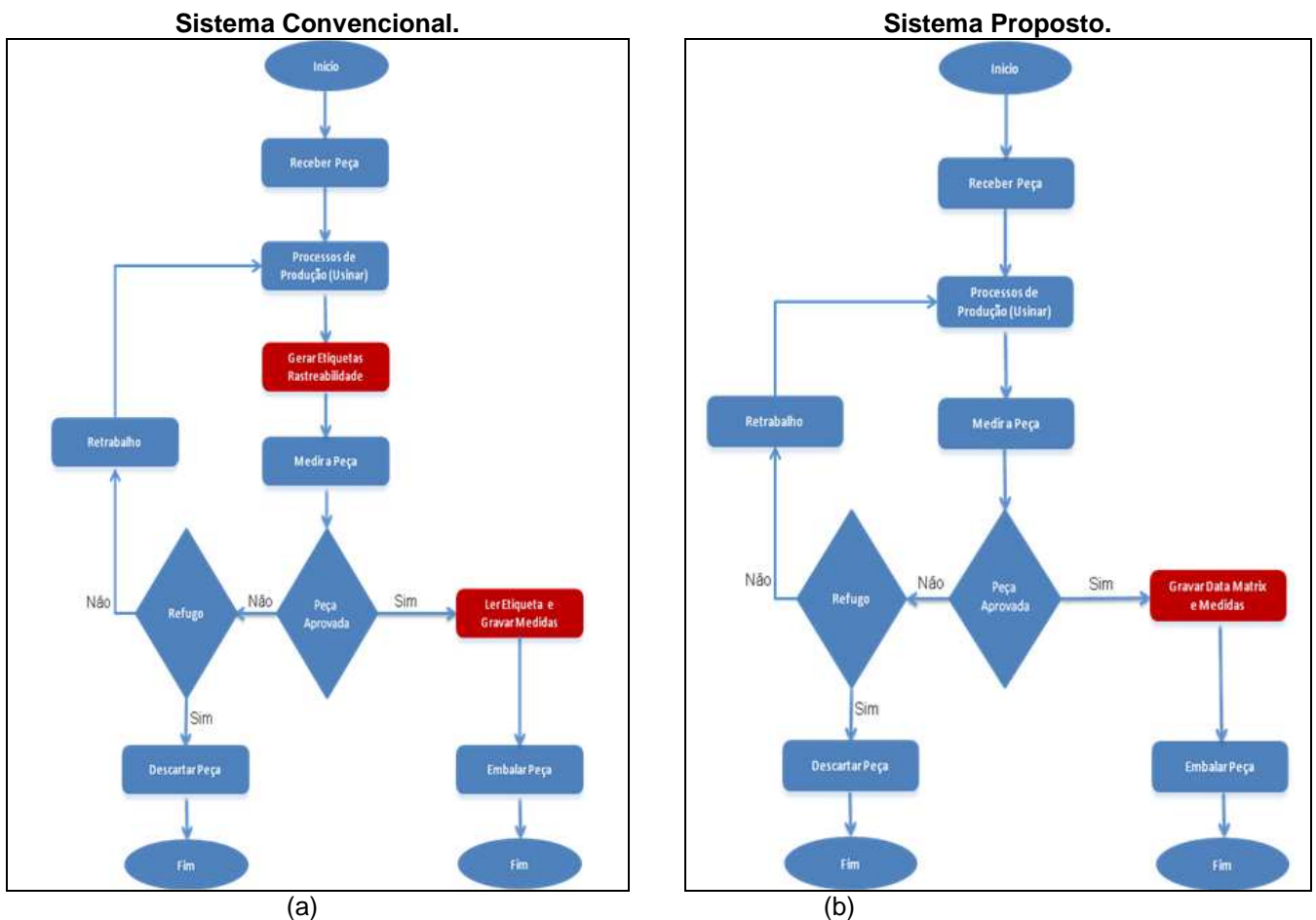


Figura 1. Fluxogramas comparativo do sistema convencional e proposto.

A produtividade no sistema convencional é de 60 peças por hora, ou seja, uma peça a cada um minuto. A produção é de 32.760 peças por mês, considerando-se 21 horas trabalhadas por dia em três turnos e 26 dias úteis por mês. O tempo médio para marcar o código na peça no sistema convencional é de 15 segundos. O custo mensal de insumos no processo de marcação em etiquetas adesivas e *ribbon* (espécie de fita de transferência térmica que garante a impressão e a permanência da tinta sobre a etiqueta)

são de US\$ 1.850,00 e a manutenção dos equipamentos gira em torno de US\$ 150,00 por mês. A implantação do sistema convencional teve o custo de US\$ 5.387,00.

O retrabalho é um dos fatores que agregam custo ao processo de produção no sistema convencional, pois muitas peças chegam até o cliente final com problemas na leitura da etiqueta de código de barras, sendo que para corrigir esta falha é gasto aproximadamente US\$ 500,00 por mês. O processo de correção da falha envolve a correção da etiqueta em si e o frete de retorno das peças que é pago pelo fabricante e não pelo cliente.

Embora o sistema proposto ainda não tenha sido construído, a gravadora de código DM já está disponível e foi utilizada em um teste de amostra para medir seu desempenho e produtividade. Foram realizadas 900 gravações em 300 peças. As peças utilizadas neste teste eram peças reprovadas no processo de qualidade e por este motivo puderam ser testadas. Foram feitas três marcações em cada peça em lugares diferentes, com objetivo de identificar a facilidade, o tempo e a qualidade da gravação, além de se buscar o melhor local de fazê-la.

Com base no teste acima, a produtividade no sistema proposto é estimada em 67 peças por hora, ou seja, uma peça a cada 50 segundos, podendo produzir 36.582 peças por mês, considerando-se 21 horas trabalhadas por dia em três turnos e 26 dias úteis por mês. O tempo médio para marcar o código na peça no sistema proposto é de 5 segundos. O custo mensal de insumos no processo é somente a limpeza da cabeça de punção da gravadora, que não gera custos significativos. Esta cabeça de marcação da gravadora deve ser trocada a cada seis meses, por recomendação do fabricante, o que gerará um custo de US\$ 500,00 por ano. A implantação do sistema proposto terá o custo de US\$ 5.500,00, não tendo custo de manutenção significativo além da troca da cabeça de punção, já citada, pois a unidade de controle do equipamento trabalha sem interferência humana.

O retrabalho no sistema proposto não tem custo previsto, pois todas as peças são marcadas definitivamente pelo puncionamento (ato de gravar fisicamente, o código direto sobre a peça), o que evita perda da marcação e conseqüentemente não gera custos de retrabalho com a devolução de peças pela falta ou falha no código.

O Quadro 1 demonstra um comparativo dos sistemas convencional e proposto.

Quadro 1. Aspectos comparativos do sistema convencional X proposto.

Aspectos dos Sistemas	Convencional	Proposto
Produção de peças por mês	32.760	36.582
Tempo aplicação do código na peça	15 segundos	5 segundos
Qualidade da gravação do código na peça após todas as operações	Média	Boa
Retrabalho por problemas de rastreabilidade	US\$ 500 p/mês	Zero
Custos de implantação e manutenção sistema	US\$ 5.487,00	US\$ 5.500,00
Custos totais do processo marcação/leitura p/mês	US\$ 2.000,00	US\$ 42,00

A partir dos dados apresentados no Quadro 1, pode-se concluir que o sistema proposto tem ganho em quantidade de produção de 3.822 peças por mês, ou seja, um acréscimo de 12% a cada mês. O tempo de marcação do código na peça supera em 67% o sistema convencional e também o fator



qualidade da marcação direto na peça é melhor que a etiqueta. Este fator esta relacionado diretamente ao retrabalho que no sistema convencional é de US\$ 500,00 por mês, já o proposto não tem custo mensurável.

Os custos de implantação para os dois sistemas são praticamente os mesmos e os custos de manutenção no sistema proposto não são significativos se comparados aos altos custos de manutenção do sistema convencional.

Os custos anuais totais do processo de marcação e leitura são bem diferentes, pois no sistema proposto o valor gasto é de aproximadamente US\$ 500,00, enquanto que no sistema convencional é de US\$ 24.000,00 dólares. Ao se comparar os dois custos verifica-se que o sistema proposto representa apenas 2,1% do custo total do sistema convencional e gera uma economia de US\$ 23.500,00 por ano.

A Figura 2 representa um comparativo de volume de produção e quantidade produzida durante os doze meses do cenário analisado.

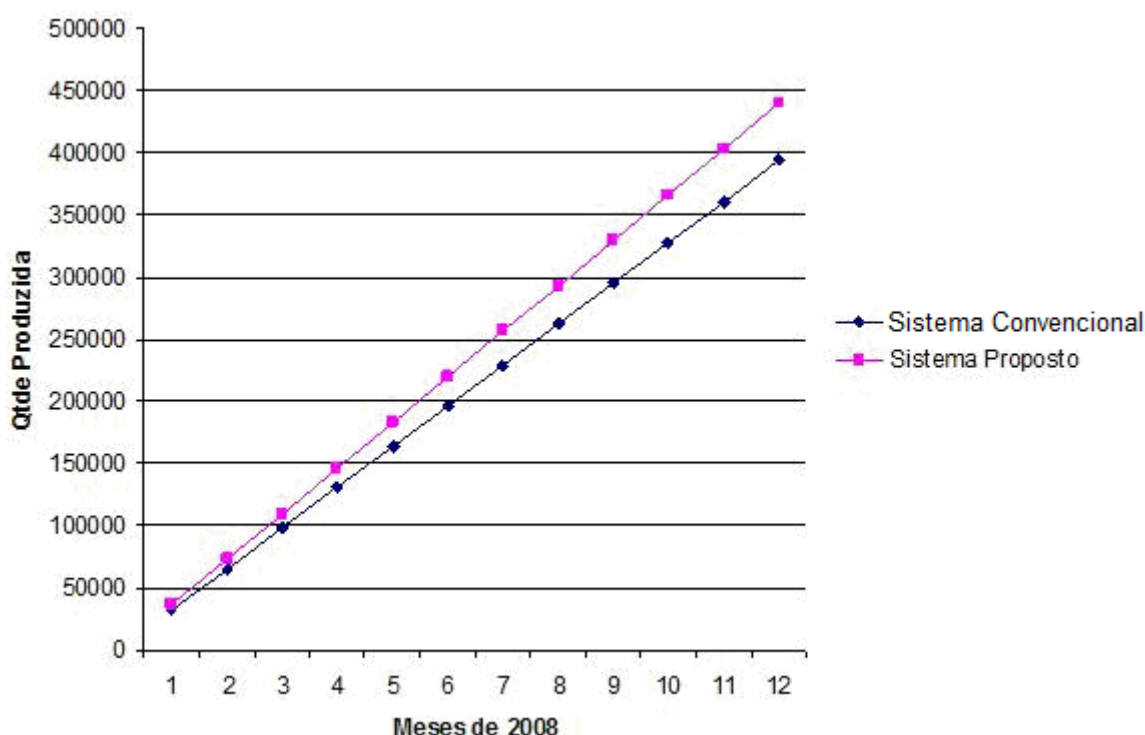


Figura 2. Volume de produção do sistema convencional e proposto.

O Quadro 2 demonstra um comparativo de custo acumulado de marcação nos dois sistemas considerando a quantidade acumulada de peças produzidas, durante doze meses do cenário analisado.

Quadro 2. Comparativo quantidade e custo do sistema convencional X proposto.

Mês	Sistema Convencional		Sistema Proposto		% Ganho	
	Quantidade Produzida	Custo Mês US\$	Quantidade Produzida	Custo Mês US\$	Quantidade / Mês	Custo / Mês
Jan a Dez	393.120	31.800,00	438.984	500,00	12%	98%



A Figura 3 e o Quadro 2 permitem analisar o custo total de marcação do sistema convencional, que é o custo de manutenção mensal mais o custo de processos de marcação e leitura e mais insumos utilizados por mês – entre os dois sistemas. Estes custos do sistema convencional somam US\$ 2.650,00 dólares por mês, dividido pela quantidade de peças produzida 32.760 por mês, chega-se ao valor de US\$ 0,08 centavos por peça marcada.

O sistema proposto tem um custo de manutenção de US\$ 41,67 por mês dividido pela quantidade produzida 36.582 peças por mês teremos o custo unitário de cada peça de US\$ 0,001, ou seja, um valor bem abaixo de um centavo de dólar por peça marcada.

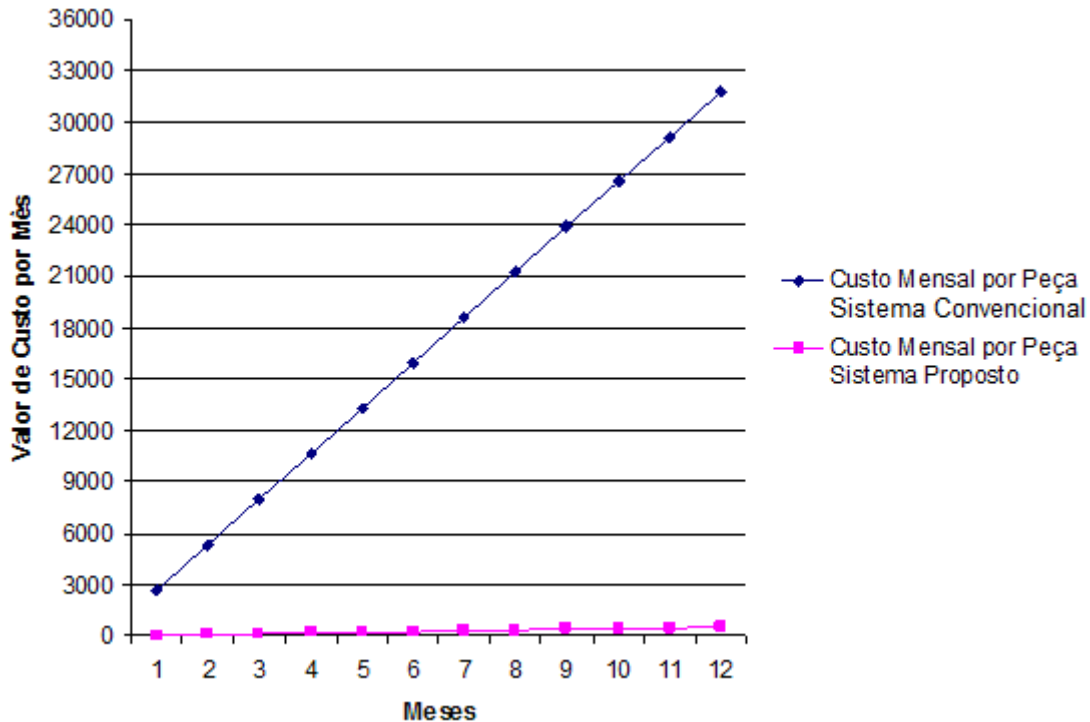


Figura 3. Custo de marcação por mês.

A qualidade de gravação é uma preocupação constante, pois esta ligada diretamente ao retrabalho devido a problemas no sistema de rastreabilidade das peças, sendo seu custo oneroso no sistema convencional, com a utilização de etiqueta. Porém no sistema proposto a marcação tem durabilidade igual ao ciclo de vida da peça com ótima qualidade de leitura, não gerando retrabalho.

Os custos de implantação dos dois sistemas são aproximadamente os mesmos, mas o custo de manutenção incluindo os de processo de marcação e leitura são completamente diferentes conforme foi demonstrado no quadro 2, onde se observa uma redução de custo anual em torno de US\$ 23.500,00 no sistema proposto.

Assim, os aspectos comparados foram analisados e demonstraram ganhos em agilidade no processo, qualidade do código, aumento no volume de produção, adequação ao processo produtivo e redução significativa de custos. O sistema proposto mostra-se significativamente melhor sob vários aspectos, o que permite sugerir sua implantação e utilização imediata.

5 CONCLUSÕES

Apesar da alta tecnologia que é utilizada no setor de indústrias automotivas, ainda existem aplicações tecnológicas que conseguem melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos, reduzindo custos. Este é o caso da rastreabilidade por DM, que pode ser uma ferramenta muito importante se bem escolhida e aplicada.

O modelo de rastreabilidade proposto (DM) mostrou-se muito superior nos quesitos qualidade, produtividade (com 12% de ganho), tempo de marcação (com redução de 67%) e custos de manutenção (com redução de 98%), se comparado ao modelo convencional (etiquetas). Além dos benefícios já citados, proporciona maior durabilidade na marcação, diminui o retrabalho na linha de produção e agrega evolução tecnológica nos sistemas de rastreabilidade convencionais.

Assim, aplicar o DM no setor automotivo não é só uma questão de utilizar a última tecnologia em rastreabilidade, mas é também garantir maiores lucros e um diferencial competitivo perante os demais concorrentes do setor. A aplicação de inovações tecnológicas garante melhorias no desenvolvimento das peças, componentes mais modernos e conseqüentemente permite transmitir maior segurança e confiabilidade ao cliente final.

REFERÊNCIAS

- 1 C.B. Santos, H.T. Kato, J. R. Frega, "Orientação da Gestão da Cadeia e Desempenho do Fornecedor na Indústria Automotiva Nacional". Anais do IX Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. São Paulo: FGV-EASP, 2006. v. 1. p. 1-15.
- 2 K. Grimm, "Software technology in an automotive company - major challenges". Software Engineering, 2003. Proceedings. 25th IEEE International Conference on. V. pp. 498-503. 2003.
- 3 J. Cleland-Huang, "Requirements engineering in automotive development: experiences and challenges". Computer Software and Applications Conference, 2006. COMPSAC '06. 30th Annual IEEE International. V. 1, pp. 41-42, 2006.
- 4 N.J.A. Kloster, "O Aprendizado na Implantação de um Sistema para Avaliação da Conformidade e Certificação de Produtos: um estudo de caso". Florianópolis, Abril 2003. 103p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 5 G. Bo, M.M.F. Yuen, "Passive UHF RFID With Ferrite Electromagnetic Band gap (EBG) Material for Metal Objects Tracking". Electronic Components and Technology Conference, 2008. ECTC 2008. 58th. Disponível em <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4550256>. Acesso em 10 Out. 2008.
- 6 C.R. Rezende, "Estratégias de Coordenação e Qualidade na Cadeia dos Queijos Finos". Rio de Janeiro, Fevereiro 2004. 208p. Tese de Doutorado em desenvolvimento e agricultura – Programa de Pós-Graduação em desenvolvimento agricultura e sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- 7 C.N. Filho, L.F. Scavarda, "Tecnologia RFID Aplicada à Logística". II Seminário de logística e Supply Chain: Mestrado Profissional em logística – Pontifícia Universidade Católica. Rio de Janeiro, 2006.



- 8 GS1 Brasil, “Rastreabilidade Com Foco em Negócios”. III Seminário internacional de rastreabilidade, 2007. Disponível em www.gs1brasil.org.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=480F89A81173D0C90111743411440DB6. Acesso em 19 Nov. 2008.
- 9 C.H.P. Mello, C.E.S. Silva, J. B. Turrioni, L.G.M. Souza, “ISO 9001:200 – Sistema de Gestão da Qualidade Para Operações de Produção e Serviços”. Editora Atlas. São Paulo, 2008.
- 10 L. Wu, “Principais Desafios Para Implantação de um Modelo de Planejamento e Controle do Processo de Pré-Montagem: O Caso da Fiat Automóveis”. Florianópolis, Dezembro 2007. 87p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 11 N.H. Sanders, “Robotic Vision Systems Selected for World-wide Automotive Power Train Traceability Program. Machine vision on line”. Disponível em: <http://www.machinevisiononline.org/public/articles/articlesdetails.cfm?id=1588>. Acesso em: 21 Nov. 2008.
- 12 Cisco, Ibm, Rockwell Automation, “Produtividade de Fabricação Integrada Para o Setor Automotivo”. Disponível em http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/pn-br001_-pt-p.pdf. Acesso em 20 Nov. 2008.